

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09049976 A

(43) Date of publication of application: 18 . 02 . 97

(51) Int. Cl.

G02B 26/10
G02B 26/10
G02B 3/00
G02B 3/06
G02B 13/00

(21) Application number: 08128963

(22) Date of filing: 25 . 04 . 96

(30) Priority: 31 . 05 . 95 JP 07157178

(71) Applicant: CANON INC

(72) Inventor: KATO MANABU

(54) OPTICAL ELEMENT AND SCANNING OPTICAL
DEVICE USING THE SAME

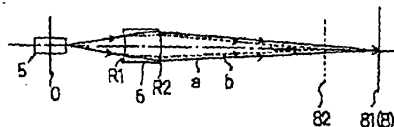
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To excellently correct the movement of an image plane due to internal distortion generated at the time of plastic molding of an optical element by shortening a focal distance calculated from the curvature of lens surface of the optical element, the refractive index of a material and the thickness in the direction of optical axis than the measured focal distance.

SOLUTION: A focal distance in the sub-scanning direction calculated from the curvature of a lens surface of a $f\theta$ lens 6, the refractive index of a material and the thickness in the direction of optical axis is made to be shorter than the measured focal distance. Since the lens height of the $f\theta$ lens 6 is formed as 9.6mm to the central thickness of 11mm for shortening the molding tact time, the gradient of refractive index is generated inside the $f\theta$ lens 6 in the sub-scanning cross section. By increasing the curvature of a lens surface R2 on the side of a photosensitive drum surface 8 of the $f\theta$ lens 6, the movement of the image plane due to the gradient of refractive index is canceled. Namely, the refractive power of a lens surface R2 on the side of a

photosensitive drum surface 8 of the $f\theta$ lens 6 is made to increase and a Gauss image plane 82 is made to locate on the side of an optical deflector 5 than on the side of the photosensitive drum surface 8.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-49976

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 3		G 0 2 B 26/10	E
				1 0 3
3/00			3/00	B
3/06			3/06	
13/00			13/00	

審査請求 未請求 請求項の数31 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-128963

(22) 出願日 平成8年(1996)4月25日

(31) 優先権主張番号 特願平7-157178

(32) 優先日 平7(1995)5月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 加藤 学

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

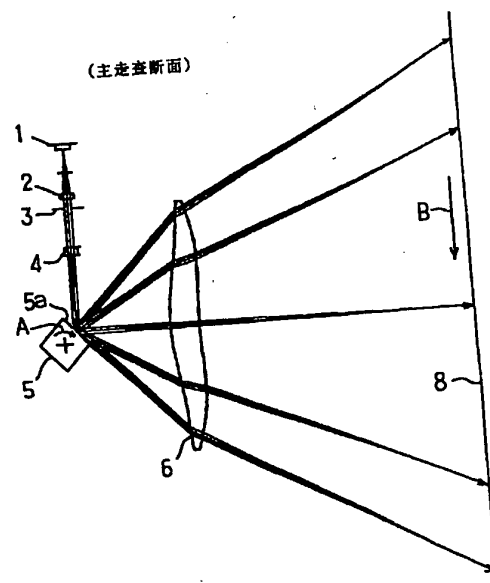
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 光学素子及びそれを用いた走査光学装置

(57) 【要約】

【課題】 光学素子のプラスチック成型時に生じる内部歪 (特に屈折率勾配) による像面移動を良好に補正することのできる光学素子及びそれを用いた走査光学装置を得ること。

【解決手段】 面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される焦点距離が実測の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される焦点距離が実測の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項2】 前記光学素子は母線方向と子線方向とで異なる曲率を持ち、該母線方向に長尺であることを特徴とする請求項1の光学素子。

【請求項3】 前記光学素子は前記子線方向における前記算出される焦点距離が前記実測の焦点距離より短いことを特徴とする請求項2の光学素子。

【請求項4】 前記光学素子はプラスチック成型により製作されていることを特徴とする請求項1の光学素子。

【請求項5】 前記光学素子の中心肉厚を d 、前記子線方向の高さを h としたとき、 $d > h$

なる条件を満足することを特徴とする請求項2の光学素子。

【請求項6】 母線方向と子線方向とで異なる曲率の面をもつ母線方向に長尺な光学素子において、該光学素子は、その面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚み等から算出される子線方向の焦点距離が実測の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項7】 前記光学素子はプラスチック成型により製作されていることを特徴とする請求項6の光学素子。

【請求項8】 光源手段から出射した光束を収束光に変換する第1-1の光学素子と、該光束を偏向素子の偏向面上において主走査方向に長手の線状に結像させる第1-2の光学素子と、該偏向素子で偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備した走査光学装置において、該第2の光学素子を、その副走査方向のガウス像面が、該被走査面より該偏向素子側にあるように構成したことを特徴とする走査光学装置。

【請求項9】 前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることを特徴とする請求項8の走査光学装置。

【請求項10】 前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていることを特徴とする請求項8の走査光学装置。

【請求項11】 光源手段から出射した光束を偏向手段の偏向面上において主走査方向に長手の線状に結像させる第1の光学素子と、該偏向手段で偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備した走査光学装置において、該走査光学装置の副走査方向のガウス像面は、該被走査面より該偏向手段側にあることを特徴とする走査光学装置。

【請求項12】 前記副走査方向のガウス像面は前記光

源手段の位置、前記第1の光学素子と前記第2の光学素子の面の位置、面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出されることを特徴とする請求項11の走査光学装置。

【請求項13】 前記第2の光学素子はその面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される前記副走査方向の焦点距離が実測の前記副走査方向の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることを特徴とする請求項11の走査光学装置。

【請求項14】 前記第2の光学素子は前記主走査方向と前記副走査方向とで異なる曲率を持ち、該主走査方向に長尺であることを特徴とする請求項11の走査光学装置。

【請求項15】 前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることを特徴とする請求項11の走査光学装置。

【請求項16】 前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていることを特徴とする請求項11の走査光学装置。

【請求項17】 前記第2の光学素子の中心肉厚を d 、前記副走査方向の高さを h としたとき、 $d > h$

なる条件を満足することを特徴とする請求項14の走査光学装置。

【請求項18】 光源手段から出射した光束を偏向手段に導く第1の光学素子と、該偏向手段で偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備した走査光学装置において、該走査光学装置の副走査方向のガウス像面は、該被走査面より該偏向手段側にあることを特徴とする走査光学装置。

【請求項19】 前記副走査方向のガウス像面は前記光源手段の位置、前記第1の光学素子と前記第2の光学素子の面の位置、面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出されることを特徴とする請求項18の走査光学装置。

【請求項20】 前記第2の光学素子はその面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される前記副走査方向の焦点距離が実測の前記副走査方向の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることを特徴とする請求項18の走査光学装置。

【請求項21】 前記第2の光学素子は主走査方向と前記副走査方向とで異なる曲率を持ち、該主走査方向に長尺であることを特徴とする請求項18の走査光学装置。

【請求項22】 前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることを特徴とする請求項18の走査光学装置。

【請求項23】 前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていることを特徴とする請求項18の走査光学装置。

【請求項24】 前記第2の光学素子の中心肉厚を d 、前記副走査方向の高さを h としたとき、 $d > h$

なる条件を満足することを特徴とする請求項21の走査光学装置。

【請求項25】 光源手段から出射した光束を偏向手段に導く第1の光学素子と、該偏向手段で偏向された光束を記録媒体面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備したレーザビームプリンタ装置において、該レーザビームプリンタ装置の副走査方向のガウス像面は、該記録媒体面より該偏向手段側にあることを特徴とするレーザビームプリンタ装置。

【請求項26】 前記副走査方向のガウス像面は前記光源手段の位置、前記第1の光学素子と前記第2の光学素子の面の位置、面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出されることを特徴とする請求項25のレーザビームプリンタ装置。

【請求項27】 前記第2の光学素子はその面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される前記副走査方向の焦点距離が実測の副走査方向の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることを特徴とする請求項25のレーザビームプリンタ装置。

【請求項28】 前記第2の光学素子は主走査方向と前記副走査方向とで異なる曲率を持ち、該主走査方向に長尺であることを特徴とする請求項25のレーザビームプリンタ装置。

【請求項29】 前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることを特徴とする請求項25のレーザビームプリンタ装置。

【請求項30】 前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていることを特徴とする請求項25のレーザビームプリンタ装置。

【請求項31】 前記第2の光学素子の中心肉厚を d 、前記副走査方向の高さを h としたとき、 $d > h$

なる条件を満足することを特徴とする請求項28のレーザビームプリンタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光学素子及びそれを用いた走査光学装置に関し、特に光源手段から光変調され出射した光束を回転多面鏡等より成る光偏向器で偏向反射させた後、 $f\theta$ 特性を有する結像光学系（ $f\theta$ レンズ）を介して被走査面上を光走査して画像情報を記録するようにした、例えば電子写真プロセスを有するレーザビームプリンター（LBP）やデジタル複写機等の装置に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来よりレーザビームプリンター等の走査光学装置においては画像信号に応じて光源手段から光

変調され出射した光束を、例えば回転多面鏡（ポリゴンミラー）より成る光偏向器により周期的に偏向させ、 $f\theta$ 特性を有する結像光学系によって感光性の記録媒体（感光ドラム）面上にスポット状に集束させ、その面上を光走査して画像記録を行っている。

【0003】図5は従来の走査光学装置の要部概略図である。

【0004】同図において光源手段11から出射した発散光束はコリメーターレンズ12により略平行光とされ、絞り13によって該光束（光量）を制限して副走査方向にのみ所定の屈折力を有するシリンドリカルレンズ14に入射している。シリンドリカルレンズ14に入射した平行光束のうち主走査断面内においてはそのまま平行光束の状態で射出する。また副走査断面内においては集束して回転多面鏡（ポリゴンミラー）から成る光偏向器15の偏向面（反射面）15aにほぼ線像として結像している。

【0005】そして光偏向器15の偏向面15aで偏向反射された光束を $f\theta$ 特性を有する結像光学系（ $f\theta$ レンズ）16を介して被走査面としての感光ドラム18面上に導光し、該光偏向器15を矢印A方向に回転させることによって該感光ドラム18面上を主走査方向に光走査して画像情報の記録を行なっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図6は従来の走査光学装置の光偏向器から被走査面までの副走査方向（ $f\theta$ レンズの光軸を含み主走査方向と垂直な方向）の要部断面図である。

【0007】同図において光偏向器15の偏向面と被走査面としての感光ドラム面18とは $f\theta$ レンズ16に関してそれぞれ光学的に略共役関係になっており、これにより偏向面が副走査断面において傾いても、所謂面倒れがあっても光ビームが感光ドラム面上の同一走査線状に結像するようにして、光偏向器の面倒れの補正を行なっている。

【0008】従来、このような走査光学装置の設計にあたっては、例えば特開昭 61-190312号公報で提案されているように、副走査方向のガウス像面（近軸像面）は光学系の球面収差を考慮し、前記ガウス像面を被走査面の後方（被走査面より光偏向器と反対側）に置くようにし、これによりベスト像面（波面収差が最小となる面）が被走査面上になるよう設計を行っていた。つまり光学系の配置、面の曲率、材質の屈折率の厚み等から算出される焦点距離が実測の焦点距離より長くなるように設計を行っていた。

【0009】ここで図6において実線aはベスト像面81に向かう光束、破線bはガウス像面82に向かう光束を示している。尚、本明細書中においてガウス像面とは、物体面位置（光源手段の位置）、レンズ面の曲率、レンズの屈折率、レンズの厚み、レンズ面の位置等によ

り算出される像面をいう。

【0010】しかしながら近年の $f\theta$ レンズはプラスチック成型によるものが多く、光学収差だけでなく成型時に生じるレンズの内部歪も考慮した設計が求められている。

【0011】ところで上述した内部歪が発生しないようにレンズを成型する為には、型の中のレンズ材料を長時間かけてゆっくり冷却することも考えられる。しかしながら、この場合にはタクトタイムが長くなり、レンズの生産性が悪くなるという問題点がある。

【0012】本発明の第1の目的は光学素子のレンズ面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される焦点距離が実測の焦点距離より短くなるよう構成することにより、該光学素子のプラスチック成型時に生じる内部歪（特に屈折率勾配）による像面移動を良好に補正することのできる光学素子の提供にある。

【0013】本発明の第2の目的は $f\theta$ レンズの副走査方向のレンズ面形状を適切に設定し、レンズ面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みによって算出される副走査方向のガウス像面を被走査面より光偏向器側におくことにより、該 $f\theta$ レンズのプラスチック成型時に生じる内部歪（特に屈折率勾配）による副走査方向の像面移動を補正し、波面収差の最小となるベスト像面を被走査面上に配することができる走査光学装置（レーザビームプリンタ装置）の提供にある。

【0014】又、この様な方法で $f\theta$ レンズに内部歪の生じ易い、例えばレンズ高さを中心肉厚より短くしタクトタイムを短縮したプラスチック成型等においても、像面移動や湾曲等の少ない高精細に適した走査光学装置の提供にある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の光学素子は、(1-1)面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される焦点距離が実測の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることを特徴としている。

【0016】特に(1-1-1)前記光学素子は母線方向と子線方向とで異なる曲率を持ち、該母線方向に長尺であることや、(1-1-2)上記(1-1-1)において前記光学素子は前記子線方向における前記算出される焦点距離が前記実測の焦点距離より短いことや、(1-1-3)前記光学素子はプラスチック成型により製作されていることや、(1-1-4)上記(1-1-1)において前記光学素子の中心肉厚を d 、前記子線方向の高さを h としたとき、 $d > h$ なる条件を満足すること、等の特徴としている。

【0017】(1-2)母線方向と子線方向とで異なる曲率の面をもつ母線方向に長尺な光学素子において、該光学素子は、その面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚み等から算出される子線方向の焦点距離が実測の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されている

ことを特徴としている。

【0018】特に(1-2-1)前記光学素子はプラスチック成型により製作されていること、を特徴としている。

【0019】本発明の走査光学装置は、

(2-1)光源手段から出射した光束を収束光に変換する第1-1の光学素子と、該光束を偏向素子の偏向面上において主走査方向に長手の線状に結像させる第1-2の光学素子と、該偏向素子で偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備した走査光学装置において、該第2の光学素子を、その副走査方向のガウス像面が、該被走査面より該偏向素子側にあるように構成したことを特徴としている。

【0020】特に(2-1-1)前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることや、(2-1-2)前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていること、等の特徴としている。

【0021】(2-2)光源手段から出射した光束を偏向手段の偏向面上において主走査方向に長手の線状に結像させる第1の光学素子と、該偏向手段で偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備した走査光学装置において、該走査光学装置の副走査方向のガウス像面は、該被走査面より該偏向手段側にあることを特徴としている。

【0022】特に(2-2-1)前記副走査方向のガウス像面は前記光源手段の位置、前記第1の光学素子と前記第2の光学素子の面の位置、面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出されることを特徴としている。

【0023】(2-2-2)前記第2の光学素子はその面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される前記副走査方向の焦点距離が実測の前記副走査方向の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることや、(2-2-3)前記第2の光学素子は前記主走査方向と前記副走査方向とで異なる曲率を持ち、該主走査方向に長尺であることや、(2-2-4)前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることや、(2-2-5)前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていることや、(2-2-6)上記(2-2-3)において前記第2の光学素子の中心肉厚を d 、前記副走査方向の高さを h としたとき、

$d > h$

なる条件を満足すること、等の特徴としている。

【0024】(2-3)光源手段から出射した光束を偏向手段に導く第1の光学素子と、該偏向手段で偏向された光束を被走査面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備した走査光学装置において、該走査光学装置の副走査方向のガウス像面は、該被走査面より該偏向手段側にあることを特徴としている。

【0025】特に(2-3-1)前記副走査方向のガウス像面は前記光源手段の位置、前記第1の光学素子と前記第2の光学素子の面の位置、面の曲率、材質の屈折率、光軸

方向の厚みから算出されることや、(2-3-2) 前記第2の光学素子はその面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される前記副走査方向の焦点距離が実測の前記副走査方向の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることや、(2-3-3) 前記第2の光学素子は主走査方向と前記副走査方向とで異なる曲率を持ち、該主走査方向に長尺であることや、(2-3-4) 前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることや、(2-3-5) 前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていることや、(2-3-6) 上記(2-3-3) において前記第2の光学素子の中心肉厚を d 、前記副走査方向の高さを h としたとき、

$d > h$

なる条件を満足すること、等の特徴としている。

【0026】本発明のレーザビームプリンタ装置は、(3-1) 光源手段から出射した光束を偏向手段に導く第1の光学素子と、該偏向手段で偏向された光束を記録媒体面上にスポット状に結像させる第2の光学素子と、を具備したレーザビームプリンタ装置において、該レーザビームプリンタ装置の副走査方向のガウス像面は、該記録媒体面より該偏向手段側にあることを特徴としている。

【0027】特に(3-1-1) 前記副走査方向のガウス像面は前記光源手段の位置、前記第1の光学素子と前記第2の光学素子の面の位置、面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出されることや、(3-1-2) 前記第2の光学素子はその面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される前記副走査方向の焦点距離が実測の副走査方向の焦点距離より短くなるように内部の屈折率分布が形成されていることや、(3-1-3) 前記第2の光学素子は主走査方向と前記副走査方向とで異なる曲率を持ち、該主走査方向に長尺であることや、(3-1-4) 前記第2の光学素子はプラスチック成型により製作されていることや、(3-1-5) 前記第2の光学素子は単レンズにより構成されていることや、(3-1-6) 上記(3-1-3) において前記第2の光学素子の中心肉厚を d 、前記副走査方向の高さを h としたとき、

$d > h$

なる条件を満足すること、等の特徴としている。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施形態1のレーザビームプリンタ装置に用いられる走査光学装置の主走査方向の要部断面図である。

【0029】同図において1は光源手段であり、例えば半導体レーザーより成っている。2は第1-1の光学素子としてのコリメーターレンズであり、光源手段1から出射された発散光束(光ビーム)を収束光束に変換している。3は開口絞りであり、通過光束(光量)を制限している。

【0030】4は第1-2の光学素子としてのシリンドリカルレンズであり、図1の紙面に垂直な副走査方向に

のみ所定の屈折力を有しており、絞り3を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器5の偏向面にほぼ線像として結像させている。ここでコリメーターレンズ2とシリンドリカルレンズ4とより第1の光学素子を構成している。

【0031】5は偏向素子としての、例えばポリゴンミラー(回転多面鏡)より成る光偏向器であり、モーター等の駆動手段(不図示)により矢印A方向に一定速度で回転している。

【0032】6は第2の光学素子としての $f\theta$ 特性を有する1枚のレンズより成る $f\theta$ レンズ(結像光学系)であり、後述するレンズ形状より成り、光偏向器5によって偏向反射された画像情報に基づく光束を被走査面としての記録媒体である感光ドラム面8上に結像させ、かつ該光偏向器5の偏向面の面倒れを補正している。又後述するように $f\theta$ レンズ6は内部に屈折率勾配が生じている。

【0033】本実施形態における $f\theta$ レンズ6は成型タクトタイムを短縮する為、レンズの中心肉厚(d)11mm、レンズ高さ(h)9.6mmから成るプラスチック成型により製作しており、該 $f\theta$ レンズ6のレンズ面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される副走査方向(子線方向)の焦点距離を後述する方法により実測の焦点距離より短くし、副走査方向のガウス像面が感光ドラム面8より光偏向器5側にくるように構成している。

【0034】このように $f\theta$ レンズ6はレンズの中心肉厚を d 、光軸を含み主走査断面に垂直な副走査断面内におけるレンズの高さを h としたとき、

$d > h$

なる条件を満足させている。

【0035】本実施形態において半導体レーザー1より出射した発散光束はコリメーターレンズ2により収束光束に変換され、開口絞り3によって該光束(光量)を制限してシリンドリカルレンズ4に入射している。シリンドリカルレンズ4に入射した光束のうち主走査断面においてはそのままの状態で射出する。又副走査断面においては集束して光偏向器5の偏向面5aにほぼ線像(主走査方向に長手の線像)として結像している。そして光偏向器5の偏向面5aで偏向反射された光束は主走査方向と副走査方向とで異なる屈折力を有する $f\theta$ レンズ6を介して感光ドラム面8上に導光され、該光偏向器5を矢印A方向に回転させることによって該感光ドラム面8上を矢印B方向に光走査している。これにより画像記録を行なっている。

【0036】本実施形態では $f\theta$ レンズ6のレンズ形状を主走査方向は10次までの関数で表わせる非球面形状とし、副走査方向は像高方向に連続的に変化する球面より構成している。そのレンズ形状は例えば $f\theta$ レンズ6と光軸との交点を原点とし、光軸方向をX軸、主走査断

10

20

30

40

50

面内において光軸と直交する軸をY軸、副走査断面内において光軸と直交する軸をZ軸としたとき、主走査方向と対応する母線方向が、

* 【0037】

【数1】

*

$$X = \frac{Y^2 / R}{1 + (1 - (1 + K) (Y/R)^2)^{1/2}} + B_4 Y^4 + B_6 Y^6 + B_8 Y^8 + B_{10} Y^{10}$$

但し、Rは曲率半径、K、B₄、B₆、B₈、B₁₀は非球面係数なる式で表わされるものであり、又副走査方向（光軸を含む主走査方向に対して直交する方向）と対応する子線方向が、

※する子線方向が、

【0038】

【数2】

$$S = \frac{Z^2 / r'}{1 + (1 - (Z/r')^2)^{1/2}}$$

$$\text{ここで } r' = r (1 + D_2 Y^2 + D_4 Y^4 + D_6 Y^6 + D_8 Y^8 + D_{10} Y^{10})$$

なる式で表わせるものである。

【0039】図2は本発明の実施形態1の走査光学装置のポリゴンミラー5から感光ドラム面8までの副走査方向の要部断面図である。同図において図1に示した要素と同一要素には同符番を付している。

【0040】本実施形態におけるfθレンズ6は前述の如く成型タクトタイムを短縮する為、中心肉厚(d)1.1mmに対してレンズ高さ(h)を9.6mmと短くして形成している為、後述する図3に示すように副走査断面においてfθレンズ6内部に屈折率勾配が生じている。この屈折率勾配によりレンズ中の光束は屈折率の高いレンズ外周部方向に引っ張られる。尚、主走査断面内においてはfθレンズ6は長尺である為、該fθレンズ6内部に歪はほとんど生じない。

【0041】又、副走査断面内において光偏向器の偏向面と被走査面とを共役関係とする倒れ補正光学系においては、fθレンズ6の副走査方向のパワー（屈折力）が大きい為、上述した像面移動がより大きくなる。

【0042】fθレンズを安価で大量生産する為にはプラスチック成型が望ましく、光学収差だけでなく成型時に生じるレンズの内部歪も考慮した設計が求められている。特にプラスチックレンズの高さ方向の長さhを中心肉厚dより短くすることによってタクトタイムの短縮をねらった短タクトタイム成型では、副走査断面内においてレンズ内に歪が生じ易い。

【0043】図3は短タクトタイム成型におけるfθレンズ内部に生じた屈折率勾配を示した模式図である。一般に成型では型に密着しているレンズ外周部が先に冷却

され固化する為、レンズ外周部の密度がレンズ内部に比べて高くなり、これに応じてレンズの屈折率もレンズ内部に比べてレンズ外周部が高くなる。同図に示すレンズ中の実線は屈折率の等光線であり、レンズ外周部に向かうほど屈折率が高いことを示している。

【0044】そこで本実施形態ではfθレンズ6の感光ドラム面8側のレンズ面R2の曲率をきつくすることによって、この屈折率勾配による像面移動をキャンセルさせている。即ちfθレンズ6の感光ドラム面8側のレンズ面R2の屈折力を増し、ガウス像面82を感光ドラム面8側より光偏向器5側におくことにより、該fθレンズ6のプラスチック成型時に生じる内部歪による副走査方向の像面移動を補正し、波面収差の最小となるベスト像面81を感光ドラム面8上に配している。これにより高精度な光走査を行なっている。尚、図2において実線aはベスト像面（最良像面）81へ向かう光束、破線bはガウス像面82へ向かう光束である。

【0045】表-1はfθレンズ6の内部歪を考慮した場合（実施形態1）の光学配置及びfθレンズ6の非球面係数を示した数値例である。

【0046】ここで算出されるfθレンズ6の焦点距離は、その面の曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みより算出した。又実測のfθレンズ6の焦点距離はノーダルスライド法により測定した。ノーダルスライド法は朝倉書店発行の光学測定ハンドブックに記載されているように光学部品の焦点距離測定によく用いられる。

【0047】

【表1】

(表-1) 実施形態1

			f θ レンズ形状		
使用波長	λ (nm)	780		第1面	第2面
f θ レンズ屈折率	n	1.519	R	8.7814E+01	1.8154E+02
斜方入射角	θ_i	-90	K	-1.8787E+01	-1.0814E+02
斜方最大出射角	θ_{max}	45	B4	-9.8604E-07	-2.2909E-08
斜方・f θ レンズ	e	38	B6	1.5479E-11	7.1426E-10
f θ レンズ中心厚	d	11	B8	8.7055E-14	-3.2030E-13
f θ レンズ被走査面	Sk	111.5	B10	-4.7942E-18	7.9836E-17
f θ レンズ最大有効径	Ymax	42	r	-2.8531E+01	-1.1782E+01
主走査断面内における f θ レンズ焦点距離	ft	213.7	D2S	0.0000E+00	2.6873E-04
			D4S	0.0000E+00	-4.0384E-07
			D6S	0.0000E+00	2.7681E-10
カメラ収束度 斜方・自然収束点	fc	317.3	D8S	0.0000E+00	-1.0150E-13
			D10S	0.0000E+00	1.4974E-17
			D2E	0.0000E+00	3.0199E-04
副走査断面内における 算出されるf θ レンズの焦点距離	f算	31.499	D4E	0.0000E+00	-4.6331E-07
			D6E	0.0000E+00	3.3487E-10
			D8E	0.0000E+00	-1.3057E-13
副走査断面内における 実測されるf θ レンズの焦点距離	f実	32.475	D10E	0.0000E+00	2.0645E-17

図4はf θ レンズに内部歪を考慮して設計した場合（実施形態1）の副走査方向のガウス像面とベスト像面との位置関係を示した説明図である。同図において実線はベスト像面81であり、破線はガウス像面82である。

【0048】同図に示すように内部歪による屈折率勾配を考慮し、ガウス像面82が被走査面8より光偏向器側にくるよう設計した本実施形態では、ベスト像面81がほぼ被走査面8上にくることが分かる。尚f θ レンズ6の内部歪の量は成型条件によって異なり、それに伴って像面移動量も変わってくる為、本発明を実施するにあたっては成型を安定させて行なわなくてはならないことは言うまでもない。このときの像面移動量はレンズ厚の厚いレンズ中心部が最も大きく、周辺に向かうに従い小さくなる。

【0049】このように本実施形態においては上述の如くf θ レンズ6の被走査面8側のレンズ面R2の屈折力を増し、ガウス像面82を被走査面8側より光偏向器5側におくことによって、該f θ レンズ6のプラスチック成型時に生じる内部歪による副走査方向の像面移動を補正することができ、これにより波面収差の最小となるベスト像面81を被走査面8上に配することができる。又この様な方法でf θ レンズ6の内部歪による像面移動を

さ方向の長さを中心肉厚より短くしたタクトタイムの短縮をねらったプラスチック成型等において、該f θ レンズ内に歪みが生じて、像面移動や湾曲等の少ない高精細に適した走査光学装置を安価に得ることができる。

【0050】表-2は本発明の実施形態2における光学配置及びf θ レンズの非球面係数を示した数値例である。

【0051】本実施形態において前述の実施形態1と異なる点は、f θ レンズの内部歪による像面移動を該f θ レンズの光偏向器側のレンズ面R1を使用して補正したことであり、その他の構成及び光学的作用は前述の実施形態1と略同様である。

【0052】即ち、本実施形態においてはf θ レンズの両レンズ面R1、R2共、子線方向の曲率が像高方向に連続的に変化する球面より形成している。このように本実施形態においては前述の実施形態1と同様にf θ レンズの高さ方向の長さを中心肉厚より短くしたタクトタイムの短縮を行なったプラスチック成型等において、該f θ レンズ内に歪を生じて、像面移動や湾曲の少ない高精細に適した走査光学装置を得ることができる。

【0053】

【表2】

(表-2) 実施形態2

使用波長	λ (nm)	780	f θ レンズ形状	
			第1面	第2面
f θ レンズ屈折率	n	1.519	R	8.7814E+01
斜入射角	θ_i	-90	R	-1.8787E+01
斜入射最大出射角	θ_{max}	45	B4	-9.8604E-07
斜入射f θ レンズ	e	38	B8	1.5479E-11
f θ レンズ中心厚	d	11	B8	8.7055E-14
f θ レンズ被走査面	Sk	111.5	B10	-4.7942E-18
f θ レンズ最大有効径	Ymax	42	r	-2.9912E+01
主走査断面内における f θ レンズ焦点距離	ft	213.7	D2S	-5.7225E-05
			D4S	3.0367E-08
			D6S	-3.1337E-12
カメラ収束度 斜入射自然収束点	fc	317.3	D8S	-5.1665E-15
			D10S	1.6903E-18
			D12S	1.7245E-17
f θ レンズ高さ	h	9.6	D2E	-1.0582E-04
副走査断面内における 算出されるf θ レンズの焦点距離	f算	31.878	D4E	1.8421E-07
			D6E	-1.9224E-10
			D8E	9.8305E-14
副走査断面内における 実測のf θ レンズの焦点距離	f実	32.475	D10E	-1.9109E-17
			D12E	1.9127E-17

本実施形態においては前述の如くタクトタイムが短い
為、f θ レンズに内部歪が発生している。その為、本実
施形態においてはf θ レンズの実測の焦点距離が32.
475mmとなり、被走査面と一致するように算出され
る焦点距離を前記実測の焦点距離より31.499mm
と約1mm短く構成している。

【0054】ところでタクトタイムを長くしてf θ レンズ*

$$32.375\text{mm}/32.475\text{mm}=0.9969\approx 0.997$$

つまり実測の焦点距離の0.3%より大きく算出される
焦点距離が、その実測の焦点距離に比べて短くなって
いれば、内部歪が発生していることになる。その為、算出
される焦点距離が、実測の焦点距離の99.7%より短
くなっていれば、内部歪を考慮して本発明のような光学
素子の設計を実施していることになる。

【0056】又、本実施形態においては上述の如くf θ
レンズの算出される焦点距離(31.499mm)を実
測の焦点距離(32.475mm)より、約1mm短く
構成している。この1mmの焦点距離の違いにより、図
4に示されるようにガウス像面82がベスト像面81に
比べて10mm光偏向器側にきている。

【0057】又、上述したように算出される焦点距離と
実測の焦点距離との差が0.1mmの範囲であれば、内
部歪は発生していないものと考えられる。

【0058】これら焦点距離と像面との関係から、ガウ
ス像面の位置とベスト像面の位置との違いが1mm以内
であれば、内部歪は発生していないものと考えられる。

【0059】つまり、ベスト像面よりガウス像面が1m
mより大きく光偏向器側にきていれば、内部歪が発生し
ていることになる。その為、ガウス像面がベスト像面よ
り1mmより大きく光偏向器側にきていれば、内部歪を
考慮して本発明のような走査光学装置の設計を実施して
いることになる。

*ズに内部歪が発生しない場合には、算出される焦点距離
は実測の焦点距離とほぼ等しくなる。例えば実測の焦点
距離が32.475mm、算出される焦点距離が32.
375mm~32.575mmの範囲であれば、内部歪
が発生していないものと考えられる。

【0055】

【0060】又、本実施形態においては光学素子として
母線方向(主走査方向)と子線方向(副走査方向)とで
異なる曲率を持ち、該母線方向に長尺であるf θ レンズ
を用いて説明したが、本発明は母線方向と子線方向とが
同じ曲率を持つ光学素子にも適応可能である。

【0061】つまり、本発明はプラスチック成型により
製作する全ての光学素子に適応可能である。

【0062】更に本実施形態においては走査光学装置と
して倒れ補正機能を有する走査光学装置を用いて説明し
たが、本発明は倒れ補正機能を有さない走査光学装置に
も適応可能である。

【0063】つまり、本発明はプラスチック成型により
製作した光学素子を用いた全ての走査光学装置に適応可
能である。

【0064】

【発明の効果】本発明の光学素子は、該光学素子の面の
曲率、材質の屈折率、光軸方向の厚みから算出される焦
点距離が実測の焦点距離より短くなるよう構成すること
により、該光学素子のプラスチック成型時に生じる内部
歪(特に屈折率勾配)による像面移動を良好に補正する
ことのできる光学素子を達成することができる。

【0065】本発明の走査光学装置によれば前述の如く
プラスチック成型より成るf θ レンズの副走査方向のレ
ンズ面形状を適切に設定し、面の曲率、材質の屈折率、

光軸方向の厚みによって算出される副走査方向のガウス像面を被走査面より光偏向器側におくことにより、該 $f\theta$ レンズ6のプラスチック成型時に生じる内部歪による副走査方向の像面移動を補正することができ、これにより波面収差の最小となるベスト像面を被走査面上に配することができる高精度な光走査を可能とした走査光学装置を達成することができる。

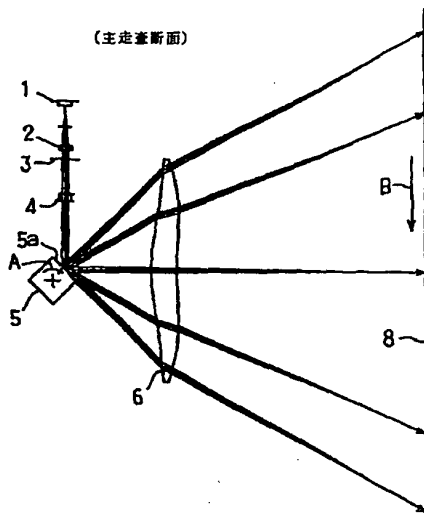
【0066】又、このような方法で $f\theta$ レンズの内部歪による像面移動をキャンセルさせることによって、レンズ高さを中心肉厚より短くしタクトタイムの短縮を行なったプラスチック成型法等において、該レンズ内に歪みが生じて、像面移動や湾曲等の少ない高精細に適した走査光学装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

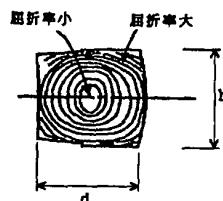
【図1】 本発明の走査光学装置の実施形態1の主走査方向の要部断面図

【図2】 本発明の走査光学装置の実施形態1の副走査方向の要部断面図

【図1】



【図3】



【図3】 $f\theta$ レンズ内部の屈折率勾配を示す模式図

【図4】 本発明の実施形態1において $f\theta$ レンズの内部歪を考慮した場合のガウス像面とベスト像面を示す説明図

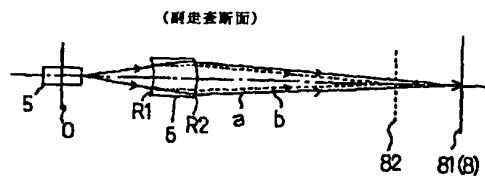
【図5】 従来の走査光学装置の要部概略図

【図6】 従来の走査光学装置の副走査方向の要部断面図

【符号の説明】

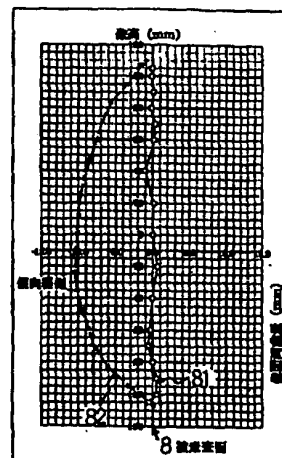
- 1 光源手段（半導体レーザー）
- 2 第1-1の光学素子（コリメーターレンズ）
- 3 絞り
- 4 第1-2の光学素子（シリンドリカルレンズ）
- 5 偏向素子（光偏向器）
- 6 第2の光学素子（ $f\theta$ レンズ）
- 8 被走査面（感光体面）
- 81 ベスト像面
- 82 ガウス像面

【図2】

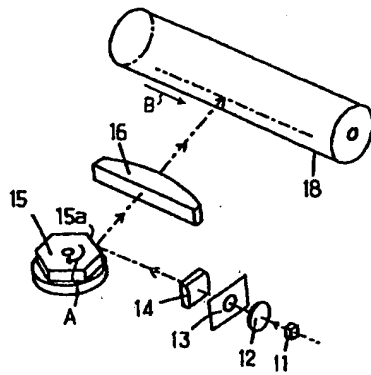


【図4】

実施形態1



【図5】



【図6】

(鋼地査断面)

